

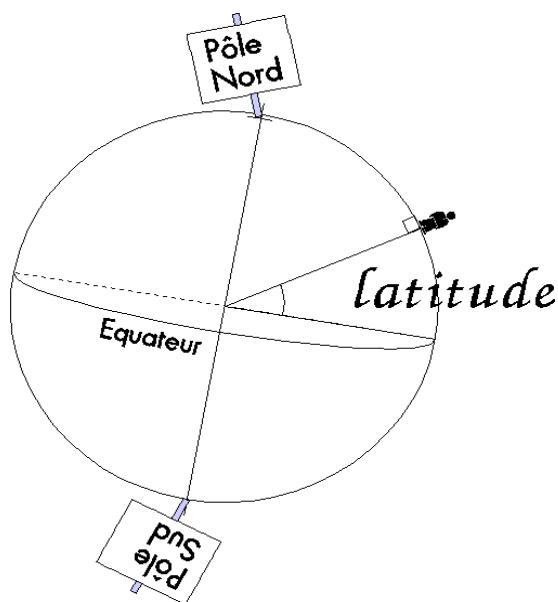
JOURNÉES NATIONALES A.P.M.E.P. GÉRARDMER 3-6 novembre 1999

Atelier JA14 MESURER SA LATITUDE ET SA LONGITUDE. Pierre Causeret¹

Comment peut-on, sans moyen moderne, déterminer sa position sur Terre ? Les réponses qui sont présentées ici ont été testées dans le cadre d'un atelier scientifique en 1997-1998 avec des élèves de cinquième d'un collège rural à Echenon en Côte d'Or. Elles font appel à diverses notions mathématiques principalement les angles et les proportions.

1. Le calcul de la latitude

Certains livres parlent de latitude comme d'une distance. Il s'agit bien en réalité de la mesure d'un angle. La Terre n'étant pas parfaitement sphérique, 1° de latitude au niveau de la mer ne correspond pas partout à la même distance sur Terre (111,3 km à l'équateur contre 110,9 aux pôles).



Pour déterminer notre latitude, nous avons utilisé deux méthodes distinctes.

a) Avec l'étoile polaire

Une première observation du ciel nocturne avec les élèves a permis d'apprendre à repérer la Grande Ourse et la Petite Ourse et de faire une pose photo d'une heure montrant la rotation apparente du ciel.

¹ E-mail : Pierre.Causeret@wanadoo.fr



Les étoiles de la Petite Ourse représentée ici, comme toutes les autres, semblent tourner autour de l'Étoile Polaire.

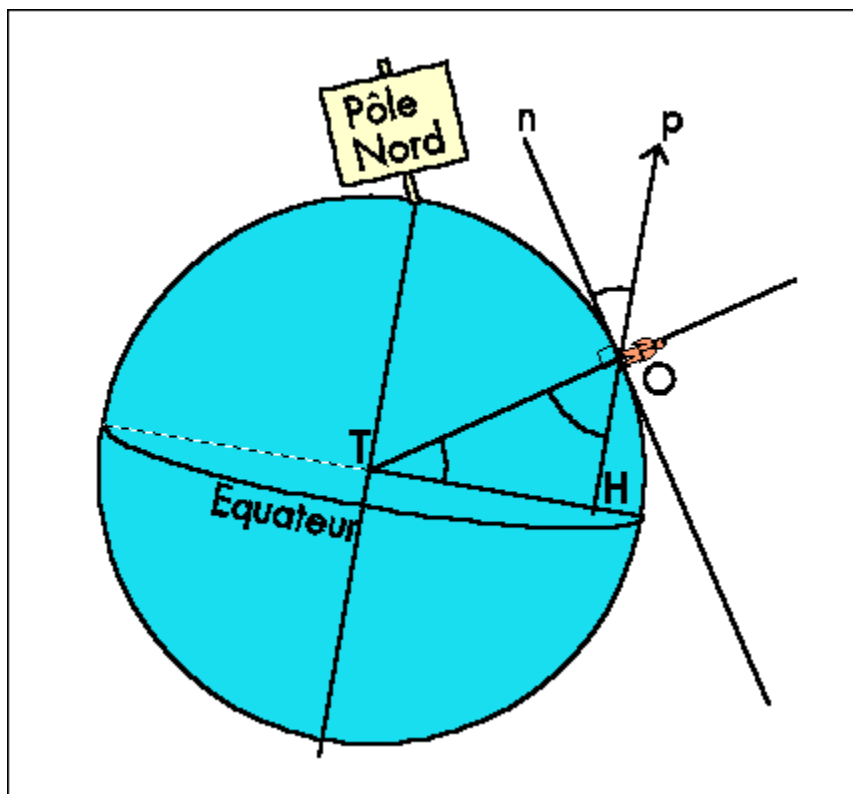
Ce mouvement apparent est dû à la rotation de la Terre sur elle-même.

On explique la fixité de la Polaire par sa position particulière sur l'axe de la Terre.

Vue du Pôle Nord, l'étoile polaire est donc au zénith. Suivant le lieu d'où l'on observe, on voit la Polaire plus ou moins haut dans le ciel.

La deuxième observation a consisté à mesurer ce qu'on appelle la "hauteur" de la Polaire. Ce mot de hauteur, trompeur pour les élèves, désigne bien un angle et non une longueur.

Nous avons trouvé 47° .



Quelques calculs simples sur les angles permettent de montrer que si nOp mesure 47° , la latitude OTH est aussi de 47° .

L'Étoile Polaire est située à plus de quatre millions de milliards de km. On peut donc considérer que (Op) est parallèle à l'axe de la Terre.

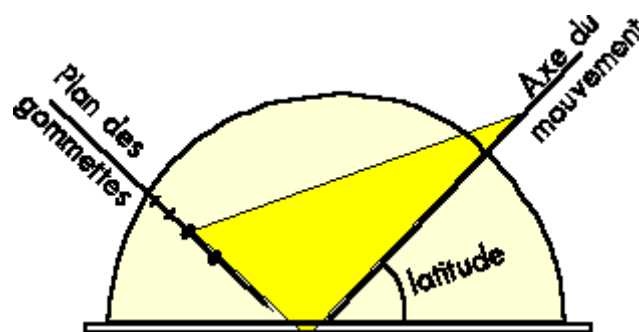


Conclusion :

Cette méthode est intéressante, donne un bon ordre de grandeur de manière simple mais il ne faut pas en attendre une précision meilleure que le degré. En effet, l'Étoile Polaire est en réalité à $45'$ du Pôle Nord Céleste. Pour en tenir compte, il est possible de mesurer cet écart mais la méthode est alors plus compliquée et je n'ai pas eu le temps de la mettre en pratique.

b) Avec un saladier

On commence par relever le mouvement apparent du Soleil sur une demi sphère transparente. Des gommettes sont collées régulièrement, toutes les heures ou toutes les demi-heures, pour noter la position du Soleil pour un observateur situé au centre du "saladier".



Le mouvement apparent du Soleil provenant de la rotation de la Terre sur elle-même, on peut trouver facilement l'axe de cette rotation, donc l'axe de la Terre et la direction de l'Étoile Polaire. Et comme avec la méthode précédente, l'angle que fait cet axe avec le plan horizontal donne la latitude.

Autre méthode

On peut mesurer h , la hauteur du Soleil à midi solaire et, connaissant la "déclinaison" du Soleil δ pour la date (on la trouve dans les éphémérides astronomiques), en déduire à puis la latitude φ .

Cette méthode est précise mais beaucoup plus complexe à expliquer. Je ne l'ai donc pas utilisée.

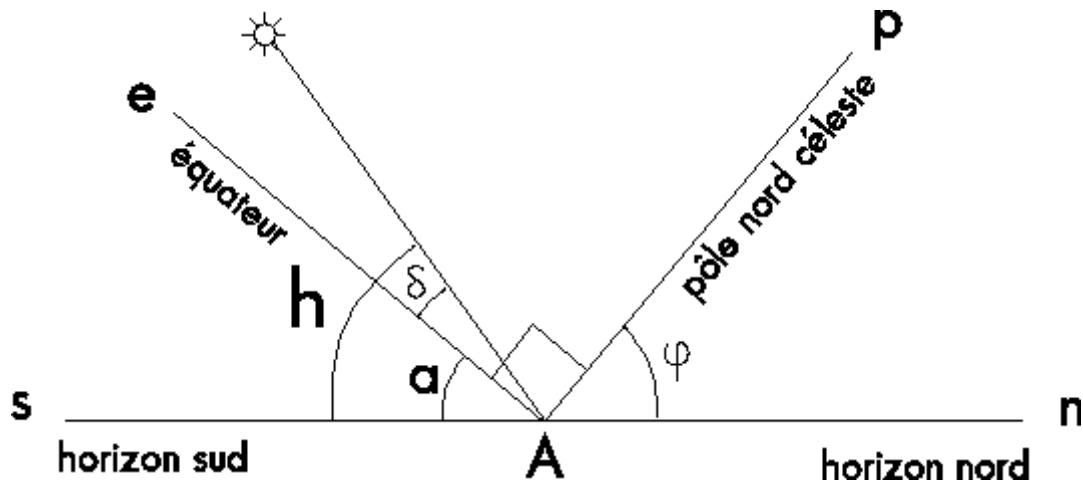


Schéma dans le plan du méridien

2 Le calcul de la longitude

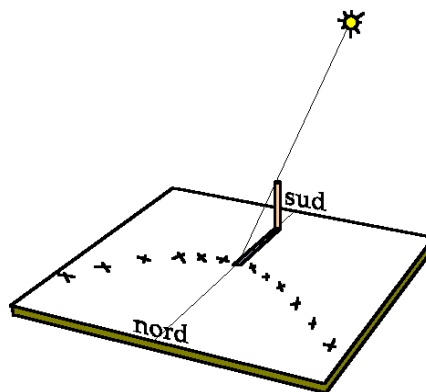
Principe

La longitude se détermine par rapport à un méridien origine arbitraire, actuellement celui de Greenwich. Une différence de longitude entre deux points se traduit par une différence d'heure solaire. L'heure solaire se définit à partir du midi solaire, heure du passage du Soleil dans le plan du méridien (le plan vertical. Nord-Sud)

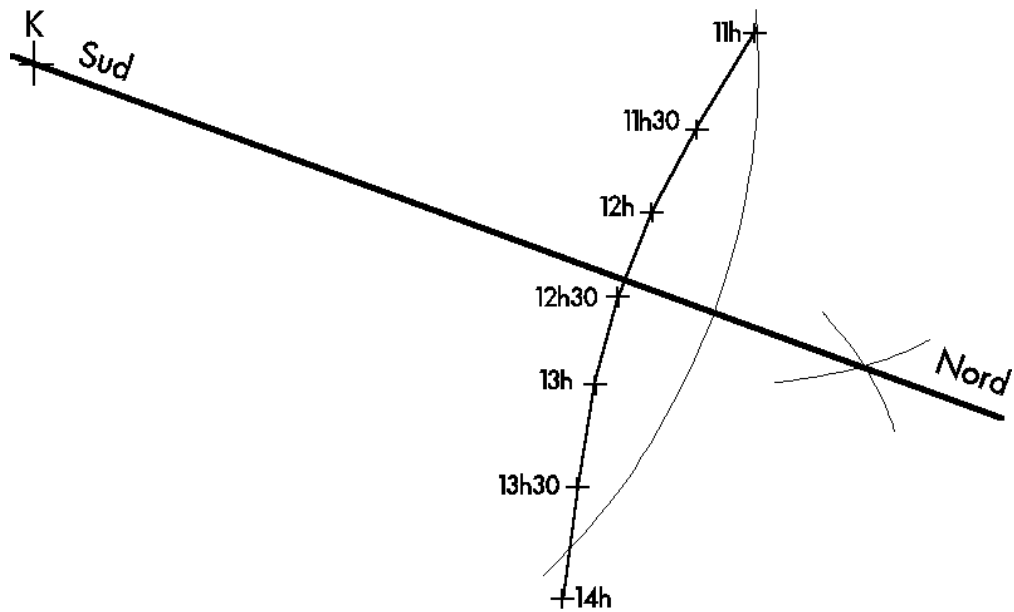
Mesurer la longitude d'un lieu par rapport à un autre, c'est mesurer la différence d'heure solaire entre ces deux lieux.

Détermination de l'heure solaire

On commence par déterminer midi au Soleil. La méthode la plus simple consiste à utiliser un relevé d'ombres.



On utilise une planchette horizontale munie d'un "gnomon" (bâtonnet ou vis verticale) et on note la position de l'extrémité de son ombre toutes les heures. L'axe de symétrie de la courbe passant par la base du gnomon donne la direction Nord-Sud.

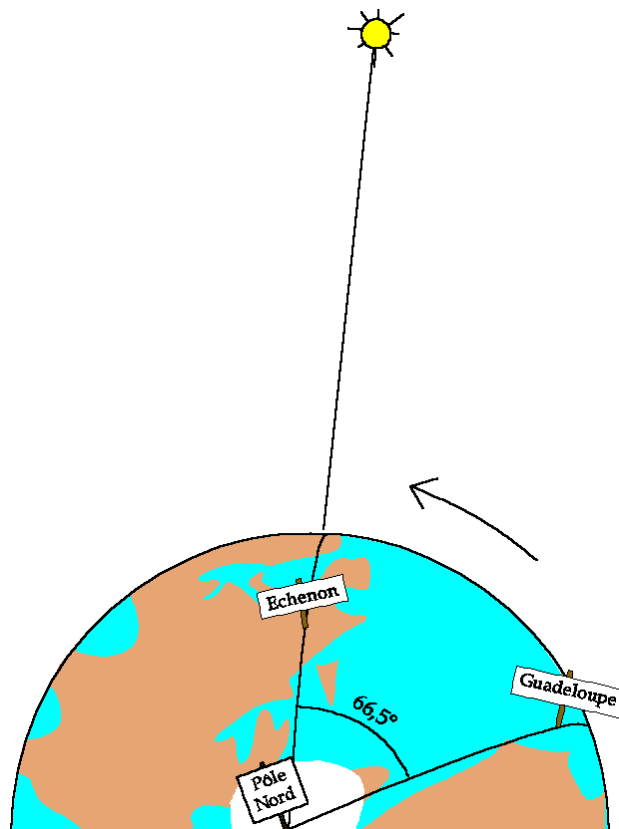


Pour plus de précision, nous avons fait ce relevé sur le sol d'une salle orientée au sud en ayant fixé sur une fenêtre une feuille noire percée d'un trou d'environ 5 mm. Les positions successives de la tache lumineuse ont été marquées au sol.

Nous avons recherché ensuite l'axe de symétrie passant par le projeté orthogonal de l'œilleton sur le sol.

On obtient ainsi une "méridienne". Dès que la tache lumineuse traverse cette méridienne, il est midi au Soleil.

La longitude de la Guadeloupe



Comme des amis de la Société Astronomique de Bourgogne partaient en Guadeloupe observer l'éclipse du 26 février 1998, nous avons eu l'idée de déterminer la longitude de cette île par rapport à notre collège, à la manière des anciens navigateurs. Pour cela, ils ont emmené une montre réglée sur l'heure solaire d'Echenon et une petite planchette. Avec cette dernière, ils ont effectué un relevé d'ombres et trouvé que le midi solaire de la Guadeloupe avait lieu lorsque la montre marquait 16h26. Il y avait donc 4h26 de décalage horaire, soit un écart en longitude de 66,5° (à raison de 360° pour 24h ou 15° pour 1 heure).

L'erreur était de l'ordre de 0,5°, ce qui n'est pas si mal vu le matériel utilisé.

Longitude par rapport à Greenwich

Pour déterminer la longitude par rapport au méridien officiel, il faut soit se déplacer à Greenwich avec une montre réglée à son heure solaire locale, soit calculer l'heure légale du midi solaire de Greenwich. La différence entre les deux midis solaires donnera là aussi la longitude.

Conclusion

Le problème de la longitude est plus complexe que celui de la latitude mais sa recherche est un problème intéressant.

Il faut se méfier de l'heure solaire qui n'est pas régulière. En effet, la durée du jour solaire n'est pas constante et le décalage entre l'heure solaire et l'heure légale est variable. Une montre réglée sur l'heure solaire ne restera pas juste bien longtemps.

3. Documents

Quelques livres :

- Longitude de Dava Sobel (Ed Lattès) raconte la bataille pour la détermination de la longitude grâce à la fabrication d'horloge fonctionnant sur les bateaux et permettant ainsi de conserver l'heure du port.
- L'île du jour d'avant, d'Umberto Eco parle dans plusieurs chapitres de manière détaillée des problèmes de longitude et de la ligne de changement de date.
- Les cahiers Clairaut, la revue du CLEA (Comité de Liaison Enseignants Astronomes) aborde souvent les problèmes de relevés d'ombres ou d'heure solaire et a publié un compte-rendu de la détermination de la longitude de la Guadeloupe dans son n°83 de l'automne 98 (CLEA Laboratoire d'astronomie bât 470 Université Paris Sud 91405 Orsay Cedex)

Sur Internet

- Si vous désirez déterminer la différence de longitude avec un autre établissement, vous pouvez proposer une annonce sur le site du CLEA <http://www.ac-nice.fr/clea/>
- Le bureau des longitudes <http://www.bdl.fr/langues/fr/> permet d'obtenir de nombreux renseignements : vous pouvez par exemple trouver les heures de lever et de coucher de Soleil pour votre ville (passer par éphémérides, lever et coucher...). La moyenne de ces deux heures vous donnera l'heure TU du midi solaire local (le milieu de la journée) avec une bonne précision. Et vous aurez aussi en passant la longitude et la latitude de votre ville.
- Un résumé de cette expérience est sur mon site perso à l'adresse : http://perso.wanadoo.fr/pierre.causeret/astro_enseign.html

